

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日
Date of Application:

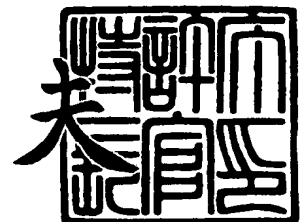
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 3 9 2 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 3 9 2 7]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 4 7 8 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 H103066001

【提出日】 平成15年 3月31日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 9/20

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 檜垣 信男

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
 株式会社本田技術研究所内

 【氏名】 嶋田 貴通

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100064414

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 磯野 道造

 【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 015392

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同期した複数の撮像手段で、撮像対象を撮像した複数の撮像画像から、前記撮像対象内に存在する移動物体を検出する移動物体検出装置であって、

前記複数の撮像画像の視差に基づいて、前記撮像対象までの距離を距離情報として生成する距離情報生成手段と、

前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から、時系列に入力される撮像画像の差分に基づいて、前記移動物体の動きを動き情報として生成する動き情報生成手段と、

所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が前記撮像手段に接近しているかどうかを判定する物体接近判定手段と、

この物体接近判定手段の判定結果で、前記移動物体が前記撮像手段に接近している場合に、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段と、

前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段と、

前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段と、

この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段と、

を備えていることを特徴とする移動物体検出装置。

【請求項 2】 前記対象距離設定手段は、動きがあった画素の累積値が最大となる距離に対して、所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が存在する奥行き方向の幅を持たせた対象距離を設定することを特徴とする請求項 1 に記載の移動物体検出装置。

【請求項 3】 前記対象領域設定手段は、前記対象距離画像生成手段で生成

された複数の対象距離画像毎に、垂直方向の画素量を計測し、前記各対象距離画像で前記画素量がピークとなる位置に基づいて、前記移動物体の移動方向を特定し、その移動方向に対応させて予め定めた水平方向の幅を、前記移動物体の水平方向の範囲として設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の移動物体検出装置。

【請求項 4】 前記対象領域設定手段は、少なくとも前記撮像手段のチルト角及び設置面からの高さに基づいて、前記対象領域の垂直方向の範囲を設定することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置。

【請求項 5】 前記撮像画像の各画素の色情報又は濃淡情報に基づいて、その撮像画像のエッジを抽出したエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段を備え、

前記対象距離画像生成手段が、前記距離情報に基づいて、前記対象距離に対応する前記エッジ画像の画素を抽出して、前記対象距離画像を生成することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の移動物体検出装置。

【請求項 6】 同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出する移動物体検出方法であって、

所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が前記撮像手段に接近しているかどうかを判定する物体接近判定ステップと、

この物体接近判定ステップの判定結果で、前記移動物体が前記撮像手段に接近している場合に、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定ステップと、

前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定ステップで設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成ステップと、

前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定ステップと、

この対象領域設定ステップで設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出ステップと、
を含んでいることを特徴とする移動物体検出方法。

【請求項 7】 同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に輸入される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出するために、コンピュータを

、
所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が前記撮像手段に接近しているかどうかを判定する物体接近判定手段、

この物体接近判定手段の判定結果で、前記移動物体が前記撮像手段に接近している場合に、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段、

前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段、

前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段、

この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段、

として機能させることを特徴とする移動物体検出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラによって撮像された画像から、その画像上に存在する移動物体を検出する移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、CCD等のカメラによって撮像された画像から、その画像上に存在する

物体を検出する技術として、例えば、画像内で物体の初期の曖昧な輪郭を輪郭モデルとして設定し、その輪郭モデルを所定の規則に従って収縮変形することで物体の輪郭を抽出して物体を検出する技術（動的輪郭モデル：SNAKES）が存在する。なお、この輪郭抽出に基づいた物体検出技術においては、時間的に連続した画像により、動きのある物体（移動物体）のエッジを検出し、輪郭モデルをそのエッジに連結させることで移動物体の輪郭を抽出して移動物体を検出している（例えば、特許文献1参照。）。

【0 0 0 3】

また、ステレオ画像等によって得られる位置（距離）情報から、個々の物体を分離して抽出する技術として、例えば、3次元空間上の物体として認識される領域において、物体の大きさによって、その物体が位置する限定した物体位置算出領域を初期領域として設定し、その物体位置算出領域と物体の3次元座標上の重心位置との相対位置を算出し、その相対位置が重心位置に対して所定範囲内であるときに、重心の位置を物体の位置と特定して物体を抽出する技術が存在する（例えば、特許文献2参照。）。

【0 0 0 4】

【特許文献1】

特開平8-329254号公報（第7頁、第9-10図）

【特許文献2】

特開平7-49950号公報（第4-5頁、第1図）

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記従来技術において、第1の例である、輪郭モデルを連続する画像から検出されるエッジに連結することで移動物体の輪郭を抽出して物体を検出する技術では、撮像した画像上で、複数の物体が隣接して存在する場合、その複数の物体を一つの物体として認識してしまうという問題がある。

【0 0 0 6】

また、前記従来技術において、第2の例である、物体の重心位置に基づいて、物体を抽出する技術では、物体位置算出領域と物体の重心位置との相対位置が

、所定範囲内になるまで繰り返し演算を行う必要があり、物体抽出にかかる時間が長くなってしまいます。このため、移動ロボットのようなリアルタイムで、人物等の物体の認識（抽出）を行う装置には、適用できないという問題があった。

【0007】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、移動カメラで撮像した画像であっても、移動物体の輪郭抽出を行う演算処理を軽減し、また、撮像した画像上に複数の物体が隣接した場合でも、高速に物体を検出することを可能にした移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前記目的を達成するために創案されたものであり、まず、請求項1に記載の移動物体検出装置は、同期した複数の撮像手段で、撮像対象を撮像した複数の撮像画像から、前記撮像対象内に存在する移動物体を検出する移動物体検出装置であって、前記複数の撮像画像の視差に基づいて、前記撮像対象までの距離を距離情報として生成する距離情報生成手段と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から、時系列に入力される撮像画像の差分に基づいて、前記移動物体の動きを動き情報として生成する動き情報生成手段と、所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が前記撮像手段に接近しているかどうかを判定する物体接近判定手段と、この物体接近判定手段の判定結果で、前記移動物体が前記撮像手段に接近している場合に、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段と、前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段と、前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段と、この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段と、を備える構成とした。

【0009】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、距離情報生成手段によって、複数の撮像画像の視差に基づいて、撮像対象までの距離を距離情報として生成する。例えば、複数の撮像画像から視差が検出された画素において、その視差の大きさ（視差量）を、撮像対象までの視差（距離）として各画素毎に埋め込んだ距離画像（距離情報）を生成する。

【0010】

また、移動物体検出装置は、動き情報生成手段によって、複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から、時系列に入力される撮像画像の差分に基づいて、移動物体の動きを動き情報として生成する。例えば、時系列に入力される2枚の撮像画像の差分をとって、値が“0”でない画素値をすべて“1”にした差分画像を移動物体の動き情報として生成する。

【0011】

そして、移動物体検出装置は、物体接近判定手段によって、所定の時間間隔で生成された距離情報の差をとることで、後の時間において移動物体が撮像手段に接近しているかどうかを判定する。

さらに、移動物体検出装置は、対象距離設定手段によって、移動物体が接近している場合に、距離情報と動き情報とにより、最も動き量の多い視差（距離）を特定し、その視差（距離）を移動物体が存在する対象距離として設定する。

【0012】

また、移動物体検出装置は、対象距離画像生成手段によって、距離画像（距離情報）から対象距離に対応する画素を抽出して対象距離画像を生成する。例えば、対象距離にある程度の幅（例えば、数十cm等）を持たせ、その距離に対応する画素を距離画像から抽出する。さらに、対象領域設定手段によって、対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する。例えば、対象距離に対応する画素で生成された対象距離画像で、画素が存在する領域を対象領域とする。これによって、対象距離画像の中で移動物体が存在すると想定される領域を絞り込むことができる。そして、輪郭抽出手段によって、対象距離画像内の対象領域から移動物体の輪郭を抽出することで移動物体を検出する。

【0013】

また、請求項2に記載の移動物体検出装置は、請求項1に記載の移動物体検出装置において、前記対象距離設定手段は、動きがあった画素の累積値が最大となる距離に対して、所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が存在する奥行き方向の幅を持たせた対象距離を設定することを特徴とする。

【0014】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、対象距離設定手段によって、距離情報に含まれる視差（距離）毎に、動き情報に含まれる動きのあった画素値を累計（ヒストグラム化）し、その累計値が最も多くなる視差（距離）に、最も動き量の多い移動物体が存在していると判定し、その視差（距離）を対象距離として設定する。さらに、移動物体検出装置は、対象距離に対して、所定の時間間隔で生成された距離情報の差分だけ、前後に奥行き方向の幅を持たせる。これによって、素早く接近してくる移動物体であっても、対象となる領域の奥行きを特定することができる。また、同一方向に複数移動物体が存在していても、その中から対象距離に存在する移動物体を特定した対象距離画像を生成することができる。

【0015】

さらに、請求項3に記載の移動物体検出装置は、請求項1又は請求項2に記載の移動物体検出装置において、前記対象領域設定手段は、前記対象距離画像生成手段で生成された複数の対象距離画像毎に、垂直方向の画素量を計測し、前記各対象距離画像で前記画素量がピークとなる位置に基づいて、前記移動物体の移動方向を特定し、その移動方向に対応させて予め定めた水平方向の幅を、前記移動物体の水平方向の範囲として設定することを特徴とする。

【0016】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、移動物体が存在する対象領域を設定する際に、対象領域設定手段によって、時系列に連続した2枚の対象距離画像において、それぞれ対象距離画像内における移動物体の垂直方向の画素量が最も多い箇所（ピーク）を、水平方向における移動物体の中心とし、その中心位置を結ぶベクトルを移動物体の移動方向として特定する。

【0017】

そして、移動物体検出装置は、このベクトル（移動ベクトル）の方向に基づいて、移動物体の水平方向の範囲を設定する。例えば、移動物体を人物としたとき、人物が急速に接近してくる場合は、水平方向の領域を人物の肩幅分とし、人物が移動物体検出装置の前面を横切る場合は、水平方向の領域を人物の肩幅より狭く設定する。これによって、移動物体を検出する際の領域を限定することができ、移動物体検出における計算量を軽減することができる。

【0018】

さらに、請求項4に記載の移動物体検出装置は、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の移動物体検出装置において、前記対象領域設定手段が、少なくとも前記撮像手段のチルト角及び設置面からの高さに基づいて、前記対象領域の垂直方向の範囲を設定することを特徴とする。

【0019】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、移動物体が存在する対象領域を設定する際に、対象領域設定手段によって、撮像手段であるカメラのチルト角や、そのカメラの基準となる設置面からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、移動物体の垂直方向の存在領域の範囲を設定する。例えば、移動物体の高さを特定の大きさ（人間であれば2 m等）に定めることで、その大きさとカメラパラメータとに基づいて、移動物体が対象距離画像内のどの範囲に位置するかを特定することができる。

【0020】

また、請求項5に記載の移動物体検出装置は、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載の移動物体検出装置において、前記撮像画像の各画素の色情報又は濃淡情報に基づいて、その撮像画像のエッジを抽出したエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段を備え、前記対象距離画像生成手段が、前記距離情報に基づいて、前記対象距離に対応する前記エッジ画像の画素を抽出して、前記対象距離画像を生成することを特徴とする。

【0021】

かかる構成によれば、移動物体検出装置は、エッジ画像生成手段によって、撮

像画像の色情報又は濃淡情報から、撮像画像のエッジを抽出したエッジ画像を生成する。例えば、撮像画像の明るさ（輝度）に基づいて、その明るさが大きく変化する部分をエッジとして検出することで、エッジのみからなるエッジ画像を生成する。

【0022】

そして、移動物体検出装置は、対象距離画像生成手段によって、エッジ画像から対象距離の範囲内に存在する対象距離画像を生成する。これによって、輪郭抽出手段が対象距離画像から輪郭を抽出する際に、エッジを検出する動作を省くことができる。

【0023】

さらに、請求項6に記載の移動物体検出方法は、同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出する移動物体検出方法であって、所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が前記撮像手段に接近しているかどうかを判定する物体接近判定ステップと、この物体接近判定ステップの判定結果で、前記移動物体が前記撮像手段に接近している場合に、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定ステップと、前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定ステップで設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成ステップと、前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定ステップと、この対象領域設定ステップで設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出ステップと、を含んでいることを特徴とする。

【0024】

この移動物体検出方法によれば、物体接近判定ステップにおいて、所定の時間間隔で生成された距離情報の差をとることで、後の時間において移動物体が撮像手段に接近しているかどうかを判定する。そして、対象距離設定ステップにおい

て、移動物体が撮像手段に接近している場合に、同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段で時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、最も動き量の多い視差（距離）を特定し、その視差（距離）を対象距離として設定する。

【0025】

そして、対象距離画像生成ステップにおいて、距離画像（距離情報）から対象距離に対応する画素を抽出して対象距離画像を生成する。例えば、対象距離にある程度の幅（例えば、数十 cm 等）を持たせ、その距離に対応する画素を距離画像から抽出する。さらに、対象領域設定ステップにおいて、対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応して、移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する。これによって、対象距離画像の中で移動物体が存在すると想定される領域を絞り込むことができる。そして、輪郭抽出ステップにおいて、対象距離画像内の対象領域から移動物体の輪郭を抽出することで移動物体を検出する。

【0026】

また、請求項 7 に記載の移動物体検出プログラムは、同期した複数の撮像手段で撮像された撮像画像に基づいて生成された撮像対象までの距離情報と、前記複数の撮像手段の中の少なくとも一つの撮像手段から時系列に入力される撮像画像に基づいて生成された動き情報とにより、前記撮像対象内で動きのある移動物体を検出するために、コンピュータを、以下の手段によって機能させる構成とした。

【0027】

すなわち、所定の時間間隔で生成された前記距離情報の差分に基づいて、前記移動物体が前記撮像手段に接近しているかどうかを判定する物体接近判定手段、この物体接近判定手段の判定結果で、前記移動物体が前記撮像手段に接近している場合に、前記距離情報及び前記動き情報に基づいて、前記移動物体が存在する対象距離を設定する対象距離設定手段、前記距離情報に基づいて、前記対象距離設定手段で設定された対象距離に対応する画素からなる対象距離画像を生成する対象距離画像生成手段、前記対象距離画像内に、少なくとも前記対象距離に対応

して、前記移動物体を検出する対象となる対象領域を設定する対象領域設定手段、この対象領域設定手段で設定された対象領域から輪郭を抽出することで、前記移動物体を検出する輪郭抽出手段、とした。

【0028】

かかる構成によれば、移動物体検出プログラムは、物体接近判定手段によって、所定の時間間隔で生成された距離情報の差をとることで、後の時間において移動物体が撮像手段に接近しているかどうかを判定する。そして、対象距離設定手段によって、移動物体が撮像手段に接近している場合に、距離情報と動き情報とにより、最も動き量の多い視差（距離）を特定し、その視差（距離）を対象距離として設定する。

【0029】

そして、対象距離画像生成手段によって、距離画像（距離情報）から対象距離に対応する画素を抽出して対象距離画像を生成し、対象領域設定手段によって、対象距離画像の中で移動物体が存在すると想定される領域を絞り込んだ対象領域を設定する。

そして、輪郭抽出手段によって、対象距離画像内の対象領域から移動物体の輪郭を抽出することで移動物体を検出する。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

（移動物体検出装置の構成）

図1は、本発明における移動物体検出装置1の構成を示したブロック図である。図1に示すように移動物体検出装置1は、2台のカメラ（撮像手段）2で撮像されたカメラ画像（撮像画像）から、動きを伴う物体（移動物体）を検出するものである。ここでは、移動物体検出装置1を、入力されたカメラ画像を解析する入力画像解析手段10と、解析されたカメラ画像から物体を検出する物体検出手段20とで構成した。なお、2台のカメラ2は、左右に距離Bだけ離れて配置されており、それぞれを右カメラ2a及び左カメラ2bとする。

【0031】

入力画像解析手段 10 は、撮像対象を撮像した 2 台のカメラ 2（撮像手段：2 a、2 b）から同期して入力されるカメラ画像（撮像画像）を解析して、距離情報を含んだ距離画像、動き情報を含んだ差分画像、エッジを抽出したエッジ画像及び肌色領域を抽出した肌色領域画像を生成するものである。ここでは、入力画像解析手段 10 を、距離情報生成部 11 と、動き情報生成部 12 と、エッジ画像生成部 13 と、肌色領域画像生成部 14 とで構成した。

【0032】

距離情報生成部（距離情報生成手段）11 は、同時刻に右カメラ 2 a と左カメラ 2 b とで撮影された 2 枚のカメラ画像の視差を、カメラ 2 からカメラ 2 で撮像した撮像対象までの距離情報（より正確には、カメラ 2 の焦点位置からの距離）として埋め込み、距離画像として生成するものである。なお、この距離情報生成部 11 は、例えば 100 ms 間隔に 1 フレームの割合でカメラ画像を入力する。

【0033】

この距離情報生成部 11 では、右カメラ 2 a を基準カメラ（基準撮像手段）として、この基準カメラ（右カメラ 2 a）で撮像されたカメラ画像（基準撮像画像）と、左カメラ 2 b で撮像されたカメラ画像（同時刻撮像画像）とで、特定の大きさのブロック（例えば 8×3 画素）でブロックマッチングを行うことで、基準撮像画像からの視差を計測する。そして、その視差の大きさ（視差量）を基準撮像画像の各画素に対応付けた距離画像を生成する。

【0034】

なお、視差を Z としたとき、この視差 Z に対応するカメラ 2 から物体までの距離 L（図示せず）は、カメラ 2 の焦点距離を f（図示せず）、右カメラ 2 a と左カメラ 2 b との距離を B とすると、（1）式で求めることができる。

【0035】

$$L = B \times f / Z \quad \cdots (1)$$

【0036】

動き情報生成部（動き情報生成手段）12 は、基準カメラ（右カメラ 2 a）で時系列に撮像された 2 枚のカメラ画像の差分に基づいて、カメラ画像内の移動物体の動きを動き情報として埋め込んだ、差分画像を生成するものである。

【0037】

この動き情報生成部12では、右カメラ2aを基準カメラ（基準撮像手段）として、この基準カメラ（右カメラ2a）で撮像された時刻の異なる2枚のカメラ画像の差分をとる。例えば、100ms間隔でカメラ画像を入力したときに、その入力時刻から Δt （例えば33ms）分遅れたカメラ画像を入力し、その2枚のカメラ画像の差分をとることとする。

そして、差のあった画素には動きのあった画素として画素値“1”を与え、差のなかった画素には動きのなかった画素として画素値“0”を与えた差分画像を生成する。なお、動き情報生成部12では、さらに差分画像に対して、メディアンフィルタ等のフィルタリング処理を行うことで、ノイズを除去しておく。

【0038】

なお、カメラ2を移動カメラとし、撮像されたカメラ画像内の背景が変化する場合、カメラ2からカメラ画像毎のパン、チルト等のカメラ移動量を入力し、例えば、時刻 $t + \Delta t$ のカメラ画像をそのカメラ移動量分補正することで、時刻 t 及び時刻 $t + \Delta t$ において、動きのあった画素のみを検出する。

【0039】

エッジ画像生成部（エッジ画像生成手段）13は、カメラ2（2a）からカメラ画像（基準撮像画像）を入力し、そのカメラ画像からエッジを抽出したエッジ画像を生成するものである。このエッジ画像生成部13では、カメラ2（2a）から入力されたカメラ画像の明るさ（輝度：濃淡情報）に基づいて、その明るさが大きく変化する部分をエッジとして検出し、そのエッジのみからなるエッジ画像を生成する。例えば、ある画素の近傍領域の画素に対して重み係数を持つオペレータ（係数行列：Sobelオペレータ、Kirschオペレータ等）を画素毎に乗算することで、エッジの検出を行う。

【0040】

肌色領域画像生成部14は、カメラ2（2a）からカメラ画像（基準撮像画像）を入力し、そのカメラ画像から肌色の領域を抽出するものである。この肌色領域画像生成部14では、入力されたカメラ画像における全画素のRGB値を、色相、明度及び彩度からなるHLS空間に変換し、色相、明度及び彩度が肌色の範

囲として予め設定された閾値の範囲内にある画素を肌色領域として抽出する。

【0041】

ここで、図5を参照（適宜図1参照）して、距離情報生成部11で生成される距離画像、動き情報生成部12で生成される差分画像、エッジ画像生成部13で生成されるエッジ画像及び肌色領域画像生成部14で生成される肌色領域画像について説明する。図5は、時系列に入力されるカメラ画像に基づいて、各画像が生成される状態を示したものである。

【0042】

図5に示すように、距離画像Dは、同時刻の右カメラ画像と左カメラ画像との視差を画素値で表現することで生成される。この視差は、その値が大きいほど人物の位置がカメラ2に近いことを表し、値が小さいほど人物の位置がカメラ2から遠いことを表している。また、エッジ画像EDは、右カメラ画像から生成された画像で、検出されたエッジのみからなる画像である。さらに、肌色領域画像SAは、エッジ画像EDと同様に、右カメラ画像から生成された画像で、肌色となる領域（肌色領域R）を抽出した画像である。また、差分画像DIは、 Δt 分だけ入力された時刻が異なる2枚の右カメラ画像（例えば、時刻 t と時刻 $t + \Delta t$ の右カメラ画像）の差分をとり、差のあった画素を画素値“1”、差のなかった画素を画素値“0”として表現することで生成される。この差のあった画素が、実際に人物が動いた領域を表している。

【0043】

ここで、図6を参照して、距離画像D及び差分画像DIの内容について、さらに詳細に説明を行う。図6（a）は、距離画像Dの画像内容と、その画素値（距離画像画素値DB）の一例を示したものである。図6（b）は、差分画像DIの画像内容と、その画素値（差分画像画素値DIB）の一例を示したものである。ここでは、カメラ2から約1m、2m及び3m離れた位置に人物が存在しているものとする。

【0044】

距離画像Dは、図6（a）に示すように、同時刻の右カメラ画像と左カメラ画像との視差を画素値で表現したものであって、例えば、距離画像画素値DBに示

したように、距離画像Dの画素位置(0, 0)は視差が0であり、カメラ2からの距離が無限大(∞)であることを意味している。また、距離画像Dの画素位置(30, 50)は視差が20であり、カメラ2からの距離が視差20に対応する距離、例えば2.2mであることを意味している。このように、距離画像Dは、視差を画素値として表現するため、例えば、カメラ2に近いほど明るく、遠いほど暗い画像となる。

【0045】

差分画像DIは、図6(b)に示すように、時系列に入力される右カメラ画像の差の有無を表現したものであって、例えば、差分画像画素値DIBに示したように、差分画像DIの画素位置(0, 0)は“0”「停止」で、動きがなかったことを意味している。また、差分画像DIの画素位置(30, 50)は“1”「動き」で、動きがあったことを意味している。

図1に戻って、説明を続ける。

【0046】

物体検出手段20は、入力画像解析手段10で解析された画像(距離画像、差分画像、エッジ画像及び肌色領域画像)に基づいて、動きのある移動物体の領域を検出し、移動物体の輪郭を抽出するものである。ここでは、物体検出手段20を、対象距離設定部21と、対象距離画像生成部22と、対象領域設定部23と、輪郭抽出部24とで構成した。

【0047】

対象距離設定部(対象距離設定手段)21は、入力画像解析手段10の距離情報生成部11で生成された距離画像と、動き情報生成部12で生成された差分画像とに基づいて、最も動き量の多い移動物体を特定し、対象となる移動物体が存在する対象距離を設定するものである。この対象距離は、対象距離画像生成部22へ通知される。なお、ここでは、対象距離設定部21に物体接近判定部21aを備え、カメラ2に対して、移動物体が接近してくる場合にのみ検出を行うものとする。

【0048】

物体接近判定部21aは、距離情報生成部11から時系列に入力される距離画

像に基づいて、移動物体が接近してくるかどうかを判定するものである。例えば、図6に示した距離画像Dの距離画像画素値DBにおいて、視差が大きくなった場合、移動物体が接近してくるものと判定する。

【0049】

この対象距離設定部21では、接近してくる移動物体を認識した場合、距離画像で表された視差（距離）毎に、その視差に対応する画素と同じ位置にある差分画像の画素値を累計し、その累計が最も多くなる視差（最多視差）に、最も動き量の多い移動物体が存在していると判定する。

【0050】

また、ここでは、最多視差に対応する対象距離 $\pm \alpha$ 分の奥行きを、最も動き量の多い移動物体が存在する距離の範囲とする。この α の値は、対象距離を基準とした奥行き方向の範囲を示すものである。ここでは、 α の値を、距離情報生成部11から時系列に入力される距離画像の差分、例えば、時刻 $t-1$ で生成した距離画像と、時刻 t で生成した距離画像との差分とする。なお、この α の値は、人物を検出することと仮定して、数十cmと固定した値を用いてもよい。

【0051】

この対象距離設定部21では、距離情報生成部11で生成された距離画像と、動き情報生成部12で生成された差分画像とを、図示していないメモリ等の記憶手段に記憶することとする。

【0052】

対象距離画像生成部（対象距離画像生成手段）22は、距離情報生成部11で生成された視差量を埋め込んだ距離画像に基づいて、対象距離設定部21で設定された対象距離に対応する画素を、エッジ画像生成部13で生成されたエッジ画像から抽出した対象距離画像を生成するものである。

【0053】

例えば、最多視差におけるカメラ2から移動物体までの距離 L を前記（1）式で算出したとすると、その視差の範囲 Z_r は（1）式を変形することで、（2）式を得る。ただし、カメラ2の焦点距離を f 、右カメラ2aと左カメラ2bとの距離を B 、対象物体の奥行き方向の範囲を α とする。

【0054】

$$B \times f / (L + \alpha) < Z_r < B \times f / (L - \alpha) \quad \cdots (2)$$

【0055】

この対象距離画像生成部22では、前記(2)式の範囲の視差に対応する画素をエッジ画像から抽出した対象距離画像を生成する。

なお、この対象距離画像の生成は、基準カメラ(右カメラ2a)で撮像されたカメラ画像(原画像)又は距離情報生成部11で生成された距離画像から、対象距離(視差の範囲)に対応する画素位置のみの画素を抽出することとしてもよい。

【0056】

ここで、図7を参照(適宜図1参照)して、対象距離設定部21及び対象距離画像生成部22で、検出対象となる移動物体が存在する距離に対応する画像(対象距離画像)を生成する手順について説明する。図7(a)は、距離画像D及び差分画像DI(図6)に基づいて、視差(距離)と動きのある画素を累計した動き量(画素数)との関係を示したグラフである。図7(b)は、エッジ画像ED(図5)から対象距離の画像のみを抽出した対象距離画像TDを示している。

【0057】

図7(a)に示したように、距離画像D(図6)の視差(距離)と動き量(画素数)との関係をグラフ化すると、視差(距離)が1m、2.2m、3mの位置で動き量がピークとなる。そこで、対象距離設定部21は、動き量が最大となる視差(2.2m)に移動物体が存在するものとし、その視差(2.2m)の前後($\pm \alpha$)の奥行き範囲に移動物体が存在すると判定する。この α は、距離情報生成部11から時系列に入力される距離画像の差分である。なお、この α の値は、移動物体を人物と仮定して、カメラ2から $2.2 \pm \alpha$ m ($\alpha = 0.5$ m)の範囲に人物が存在すると判定することとしてもよい。

【0058】

また、対象距離画像生成部22は、図7(b)に示したように、エッジ画像生成部13で生成されたエッジ画像から、距離情報生成部11で生成された距離画像に基づいて、対象となる画素位置を判定して、対象距離 $\pm \alpha$ mに存在する画素

を抽出した対象距離画像TDを生成する。これによって、カメラ2から1m、3m離れた位置に存在している人物の画像を削除し、 $2.2 \pm \alpha$ m離れた位置に存在している人物のみをエッジ画像として抽出した対象距離画像TDを生成することができる。

図1に戻って、説明を続ける。

【0059】

対象領域設定部（対象領域設定手段）23は、対象距離画像生成部22で生成された対象距離画像（対象距離に対応したエッジ画像）の垂直方向の画素数を累計し、その垂直方向の画素数の累計が最も多くなる位置（ピーク）を移動物体の中心の水平位置であると特定して、その移動物体を含んだ領域（対象領域）を設定するものである。

【0060】

なお、この対象領域設定部23は、例えば、移動物体を人物と仮定して、その人物の移動方向が、よりカメラ2の方向に向かっている場合は、対象領域の水平方向の範囲を人物の幅に適した大きさに設定する。また、それ以外、例えば、斜め方向に接近してくる場合は、対象領域の水平方向の範囲を狭めて設定する。これは、人物が斜め方向を向いている場合は、水平方向の範囲を人物の肩幅以下で検出すればよいからである。

【0061】

また、対象領域設定部23は、縦方向は特定の大きさ（例えば2m）を対象領域の高さとする。このとき、対象領域設定部23は、カメラ2から入力されるチルト角、床（設置面）からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、対象領域の垂直方向の存在領域（範囲）を設定する。

【0062】

ここで、図8及び図9を参照（適宜図1参照）して、対象領域設定部23が、対象距離画像TDの中から一つ（一人）の移動物体の領域（対象領域）を設定する手順について説明する。図8は、対象距離画像生成部22で時刻 $t-2$ に生成された対象距離画像TD（ TD_{t-2} ）、時刻 $t-1$ に生成された対象距離画像TD（ TD_{t-1} ）、及び、時刻 t に生成された対象距離画像TD（ TD_t ）における

垂直方向の画素数の累計をヒストグラム $H I$ で表したものである。この図 8 では、ヒストグラム $H I$ を対象距離画像 $T D$ ($T D_{t-2}$ 、 $T D_{t-1}$ 及び $T D_t$) に重畳させているが、これは、説明の都合上重畳させているだけである。図 9 は、時刻 $t-2$ から時刻 t へのヒストグラムのピーク位置の変化、すなわち移動物体の位置の変化を示したものである。なお、図 9 は、対象距離画像を仮想的に上から見たものである。

【0063】

対象領域設定部 23 は、図 8 に示したように、対象距離画像 $T D$ の垂直方向の画素数を累計したヒストグラム $H I$ を生成する。このように対象距離画像 $T D$ をヒストグラム化することで、そのヒストグラム $H I$ が最大となる位置に移動物体の中心の水平位置が存在すると判定することが可能になる。例えば、ヒストグラム $H I$ を使用せずに対象距離画像 $T D$ の中で最も高位置に存在する 0 でない画素位置を、移動物体の中心の水平位置と判定すると、人物が手を上げた場合、その手の先を人物（移動物体）の中心であると判定してしまうことになる。そこで、ここでは、ヒストグラム $H I$ を使用することとする。

【0064】

ここでは、時刻 $t-2$ の対象距離画像 $T D$ ($T D_{t-2}$) において、ヒストグラム $H I$ が最大となる水平位置 H_{t-2} に移動物体（右側人物）の中心が存在し、時刻 $t-1$ の対象距離画像 $T D$ ($T D_{t-1}$) において、ヒストグラム $H I$ が最大となる水平位置 H_{t-1} に移動物体（右側人物）の中心が存在し、時刻 t の対象距離画像 $T D$ ($T D_t$) において、ヒストグラム $H I$ が最大となる水平位置 H_t に移動物体（右側人物）の中心が存在している。このようにヒストグラムが最大となる位置を移動物体の中心と判定することで、同一距離に複数の移動物体（人物等）が存在していても、その中の一つ（一人）を検出することができる。

【0065】

そして、対象領域設定部 23 は、図 9 に示したように、時刻 $t-2$ における移動物体の中心位置 H_{t-2} から、時刻 $t-1$ において移動物体が移動した中心位置 H_{t-1} へのベクトル（移動ベクトル v ）に基づいて、移動物体の移動方向を特定する。この移動方向に基づいて、対象領域設定部 23 は、時刻 t における対象領

域の水平方向の範囲 w を設定する。なお、奥行き方向の範囲 α は図 7 においてすでに算出している。

【0066】

この水平方向の範囲 w の設定では、例えば、移動ベクトル v とカメラの視線 e とのなす角度 θ が 45° 未満の場合、対象領域設定部 23 は、移動物体（人物）が急速に接近してくると判定し、水平方向の範囲を人物の中心位置 $H_t \pm (0.5 \sim 0.6) \text{ m}$ とする。また、角度 θ が 45° 以上の場合、対象領域設定部 23 は、移動物体（人物）がカメラ前を横切ると判定し、水平方向の範囲を人物の中心位置 $H_t \pm (0.2 \sim 0.3) \text{ m}$ とする。なお、この水平方向の範囲 w は、移動ベクトル v とカメラの視線 e とのなす角度 θ をさらに細分化して、その各々の角度毎に予め設定しておいてもよい。

【0067】

さらに、対象領域設定部 23 は、特定の大きさ（例えば 2 m ）を対象領域の垂直方向の範囲とする。この対象領域の大きさについては、図 10 を参照（適宜図 1 参照）してさらに説明を行う。

【0068】

図 10 は、カメラ 2 が移動ロボット（図示せず）に組み込まれ、移動物体 M と同じ床からある高さ（カメラ高） H に位置しているときに、移動物体 M が対象距離画像（ a' 、 b' ）上のどの高さに位置するかを説明するための説明図である。なお、図 10（a）は、カメラ 2 のチルト角が 0° の場合、図 10（b）はカメラ 2 のチルト角が $\theta_T (\neq 0)$ の場合におけるカメラ 2 と移動物体 M との対応関係を示している。

【0069】

まず、図 10（a）を参照して、チルト角が 0° の場合において、移動物体 M が対象距離画像（ a' ）上で縦方向のどの位置に存在するかを特定する方法について説明する。

【0070】

ここで、カメラ 2 の垂直画角を θ_v 、カメラ 2 から移動物体 M までの距離を L 、対象距離画像（ a' ）の縦方向の解像度を Y 、カメラ 2 の床からの高さ（カメ

ラ高)をH、移動物体Mの床からの仮想の高さを2(m)とする。このとき、カメラ2の光軸と、カメラ2から移動物体Mの仮想の上端(床から2m)までを結んだ直線との角度 θ_H は(3)式で表すことができる。

【0071】

$$\theta_H = \tan^{-1}((2-H)/L) \quad \dots (3)$$

【0072】

これにより、移動物体Mの対象距離画像(a')上での上端 y_T は(4)式で求めることができる。

【0073】

$$\begin{aligned} y_T &= Y/2 - \theta_H Y / \theta_V \\ &= Y/2 - (Y/\theta_V) \tan^{-1}((2-H)/L) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

【0074】

また、カメラ2の光軸と、カメラ2から移動物体Mの下端(床)までを結んだ直線との角度 θ_L は(5)式で表すことができる。

【0075】

$$\theta_L = \tan^{-1}(H/L) \quad \dots (5)$$

【0076】

これにより、移動物体Mの対象距離画像(a')上での下端 y_B は(6)式で求めることができる。

【0077】

$$\begin{aligned} y_B &= Y/2 + \theta_L Y / \theta_V \\ &= Y/2 + (Y/\theta_V) \tan^{-1}(H/L) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

【0078】

次に、図10(b)を参照して、チルト角が $\theta_T (\neq 0)$ の場合において、移動物体Mが対象距離画像(b')上で縦方向のどの位置に存在するかを特定する方法について説明する。

【0079】

ここで、カメラ2の垂直画角を θ_V 、チルト角を θ_T 、移動物体Mまでの距離をL、対象距離画像の縦方向の解像度をY、カメラ2の床からの高さ(カメラ高)

をH、移動物体Mの床からの仮想の高さを2 (m) とする。このとき、カメラ2の光軸とカメラ2から移動物体Mの仮想の上端 (床から2 m) までを結んだ直線との角度 θ_H と、チルト角 θ_T との差分角度 ($\theta_H - \theta_T$) は (7) 式で表すことができる。

【0080】

$$\theta_H - \theta_T = \tan^{-1} ((2 - H) / L) \quad \dots (7)$$

【0081】

これにより、移動物体Mの対象距離画像 (b') 上での上端 y_T は (8) 式で求めることができる。

【0082】

$$\begin{aligned} y_T &= Y / 2 - \theta_T Y / \theta_v - (\theta_H - \theta_T) Y / \theta_v \\ &= Y / 2 - \theta_T Y / \theta_v - (Y / \theta_v) \tan^{-1} ((2 - H) / L) \\ &\dots (8) \end{aligned}$$

【0083】

また、カメラ2の光軸とカメラ2から移動物体Mの下端 (床) までを結んだ直線との角度 θ_L と、チルト角 θ_T との加算角度 ($\theta_L + \theta_T$) は (9) 式で表すことができる。

【0084】

$$\theta_L + \theta_T = \tan^{-1} (H / L) \quad \dots (9)$$

【0085】

これにより、移動物体Mの対象距離画像 (b') 上での下端 y_B は (10) 式で求めることができる。

【0086】

$$\begin{aligned} y_B &= Y / 2 - \theta_T Y / \theta_v + (\theta_L + \theta_T) Y / \theta_v \\ &= Y / 2 - \theta_T Y / \theta_v + (Y / \theta_v) \tan^{-1} (H / L) \quad \dots (10) \end{aligned}$$

【0087】

このように求めた対象距離画像 (a' 又は b') の上端 y_T 及び下端 y_B によって、対象領域の垂直方向の範囲が決定される。

なお、移動ロボット (図示せず) が階段等を昇降し、移動物体Mと同一の床に

存在しない場合は、移動ロボット本体のエンコーダ等によって昇降量を検出し、その昇降量を移動物体Mの床からの高さに対して加算又は減算することで、移動物体Mの対象距離画像（ a' 又は b' ）における縦方向の位置を特定することができる。あるいは、移動ロボットに地図情報を保持しておき、移動物体Mの方向及び距離で特定される床の高さを、その地図情報から取得することとしてもよい。

【0088】

また、対象領域の水平方向の範囲は、例えば、図示していないが、カメラ2の水平画角を θ_h 、カメラ2から対象とする移動物体Mまでの距離を L 、対象距離画像の横方向の解像度を X とすると、対象領域の幅の半分（移動物体の中心からの距離）を 0.5 (m) としたときの、対象距離画像上での水平画素数 α_H は、(11) 式で求めることができる。

【0089】

$$\alpha_H = (X / \theta_h) \tan^{-1} (0.5 / L) \quad \cdots (11)$$

図1に戻って、説明を続ける。

【0090】

輪郭抽出部（輪郭抽出手段）24は、対象距離画像生成部22で生成された対象距離画像において、対象領域設定部23で設定した移動物体の領域（対象領域）内で、既知の輪郭抽出技術を用いて移動物体の輪郭の抽出を行うものである。

【0091】

ここで、既知の輪郭抽出としては、例えば、SNAKESと呼ばれる動的輪郭モデルを用いることができる。ここで、SNAKESとは、閉曲線を予め定義したエネルギーを最小化するように収縮変形させることにより、物体の輪郭を抽出する手法である。ここでは、移動物体の領域（対象領域）内で、エネルギーを算出するための初期値を設定できるため、輪郭抽出のための計算量を軽減させることができる。

さらに、輪郭抽出部24は、輪郭を抽出した移動物体が人物であるかどうかを判定する肌色領域判定部24aを備えることができる。

【0092】

肌色領域判定部 24 a は、輪郭抽出部 24 内で抽出した移動物体の輪郭が、人物の輪郭であるかどうかを判定するものである。この肌色領域判定部 24 a では、接近してくる移動物体の輪郭を抽出した際に、その輪郭内に肌色領域画像生成部 14 で生成された肌色領域画像の肌色領域 R（図 5 参照）が含まれるかどうかを判定することで、その輪郭が人物の輪郭であるかどうかを判定する。

【0093】

輪郭抽出部（輪郭抽出手段）24 は、輪郭内の移動物体の検出情報（移動物体の重心や移動物体の移動方向（角度）等）を外部に出力する。なお、ここでは、人物のみを検出することとして、肌色領域判定部 24 a で輪郭が人物のものでないと判定された場合は、外部に移動物体の検出情報を出力しないこととする。このように、この輪郭抽出部 24 で輪郭が抽出されることで、移動物体が検出されたことになる。これによって、例えば、図 11 に示したように、対象領域画像 T D の中で移動物体が一つ（一人）に限定された対象領域 T 内で輪郭 O を抽出することができる。

【0094】

以上説明した移動物体検出装置 1 を、移動ロボット、自動車等の移動体に組み込むことで、人物等の物体を検出することが可能になる。例えば、移動ロボットに本発明を適用することで、移動ロボットが、人込みにおいても人物を認識することが可能になる。さらに、人物を個別に検出することができるので、例えば、顔認識等を行うことで、その人物を追跡したり、人物毎に異なる動作を行わせる等の輪郭抽出後の処理が容易になる。

【0095】

なお、対象距離に複数の移動物体（人物）が存在する場合は、距離情報生成部 11 で生成した距離画像において、すでに検出を終了した移動物体の領域を削除（画素値を“0”にする）し、その削除した距離画像で順次移動物体を検出することとしてもよい

【0096】

以上、一実施の形態として移動物体検出装置 1 の構成について説明したが、移動物体検出装置 1 は、一般的なコンピュータにプログラムを実行させ、コンピュ

ータ内の演算装置や記憶装置を動作させることにより実現される。

【0097】

また、ここでは、移動物体検出装置 1 の距離情報生成部 11 が、2 台のカメラ 2 で撮像したカメラ画像に基づいて距離画像を生成したが、3 台以上のカメラを用いて距離画像を生成することとしてもよい。例えば、3 行 3 列に配置した 9 台のカメラで、中央に配置したカメラを基準カメラとして、他のカメラとの視差に基づいて距離画像を生成することで、移動物体までの距離をより正確に測定することもできる。

【0098】

また、ここでは、移動物体検出装置 1 を、接近してくる人物を検出ための装置として構成した。しかし、人物と限定せずに移動物体を検出する場合は、移動物体検出装置 1 から、肌色領域画像生成部 14 及び肌色領域判定部 24a を削除して構成してもよい。

【0099】

(移動物体検出装置の動作)

次に、図 2 乃至図 4 を参照（適宜図 1 参照）して、移動物体検出装置 1 の動作について説明する。図 2 乃至図 4 は、移動物体検出装置 1 の動作を示すフローチャートである。

【0100】

<カメラ画像入力ステップ>

まず、移動物体検出装置 1 は、同期した 2 台のカメラ 2 から時系列にカメラ画像を入力する（ステップ S1）。ここでは、ある時刻 t に右カメラ 2a（基準カメラ）と左カメラ 2b とから入力されたカメラ画像と、次の時刻 $t + \Delta t$ に右カメラ 2a（基準カメラ）と左カメラ 2b とから入力されたカメラ画像とに基づいて、移動物体を抽出する。なお、以下のステップで用いられている距離画像 D_{t-1} 及び D_{t-2} 、対象距離画像 TD_{t-2} 及び TD_{t-1} は、時刻 $t - 2$ 及び時刻 $t - 1$ の段階で生成されたものである。

【0101】

<距離画像生成ステップ>

そして、移動物体検出装置 1 は、距離情報生成部 11 によって、時刻 t に右カメラ 2a（基準カメラ）と左カメラ 2b とから入力された 2 枚のカメラ画像から、撮像対象までの視差（距離）を埋め込んだ距離画像 D_t を生成する（ステップ S2）。

【0102】

<差分画像生成ステップ>

さらに、移動物体検出装置 1 は、動き情報生成部 12 によって、右カメラ 2a（基準カメラ）で時刻 t と時刻 $t + \Delta t$ に撮像された 2 枚のカメラ画像（基準カメラ画像）の差分をとり、差のあった画素を画素値“1”、差のなかった画素を画素値“0”とした差分画像 DI_t を生成する（ステップ S3）。

【0103】

<エッジ画像生成ステップ>

また、移動物体検出装置 1 は、エッジ画像生成部 13 によって、右カメラ 2a（基準カメラ）で時刻 t に撮像されたカメラ画像（基準カメラ画像）からエッジ画像 ED_t を生成する（ステップ S4）。

【0104】

<肌色領域画像生成ステップ>

さらに、移動物体検出装置 1 は、肌色領域画像生成部 14 によって、右カメラ 2a（基準カメラ）で時刻 t に撮像されたカメラ画像（基準カメラ画像）から肌色領域を抽出した肌色領域画像 SA_t を生成する（ステップ S5）。

【0105】

<物体接近判定ステップ>

そして、移動物体検出装置 1 は、対象距離設定部 21 の物体接近判定部 21a によって、時刻 $t-1$ におけるステップ S2 で生成した距離画像 D_{t-1} と、時刻 $t-2$ におけるステップ S2 で生成した距離画像 D_{t-2} との画素の値を比較することで、移動物体が接近してくるかどうかを判定する（ステップ S6）。

【0106】

ここで、接近してくる移動物体を認識した場合（ステップ S6：接近）は、図 3 のステップ S7 へ進む。一方、接近してくる移動物体を認識できなかった場合

(ステップS6：非接近)は、移動物体の検出動作を終了する。

【0107】

<対象距離設定ステップ>

また、移動物体検出装置1は、対象距離設定部21によって、ステップS2及びステップS3で生成した距離画像 D_t 及び差分画像 $D I_t$ (時刻 t と時刻 $t + \Delta t$ の差分画像)から、距離画像 D_t で表された視差(距離)毎に、動きのあった画素数を累計し、その累計が最大となる距離を、距離画像 D_t における検出対象となる移動物体の対象距離 d_t として設定する(ステップS7)。

【0108】

<対象距離画像生成ステップ>

そして、移動物体検出装置1は、対象距離画像生成部22によって、ステップS4で生成したエッジ画像 $E D_t$ から、対象距離 d_t (D_{t-1} 及び D_{t-2} の差分)の画素を抽出した対象距離画像 $T D_t$ を生成する(ステップS8)。

このステップS8によって、移動物体検出装置1は、時刻 t における距離画像距離画像 D_t において、移動物体が存在する奥行き方向の範囲を設定することができる。

【0109】

<対象領域設定ステップ>

そして、移動物体検出装置1は、対象領域設定部23によって、ステップS8で生成した対象距離画像 $T D_t$ の垂直方向(縦方向)の画素数を、ヒストグラム化することで計測する(ステップS9)。

【0110】

さらに、移動物体検出装置1は、時刻 $t - 2$ におけるステップ9で計測した対象距離画像 $T D_{t-2}$ のヒストグラムが最大となる位置と、時刻 $t - 1$ におけるステップ9で計測した対象距離画像 $T D_{t-1}$ のヒストグラムが最大となる位置とを結んで移動ベクトルを設定する(ステップS10)。

【0111】

そして、移動物体検出装置1は、この移動ベクトルに基づいて、時刻 t の対象距離画像 $T D_t$ において、ヒストグラムが最大となる位置 H_t (図9参照)を中心

に、所定左右領域を対象領域の水平方向範囲として設定する（ステップS 1 1）。ここでは、人物を検出することとして、移動ベクトルとカメラ2の視線方向とのなす角度が 45° 未満の場合は、中心位置 $H_t \pm (0.5 \sim 0.6) \text{ m}$ を、人物を検出するための水平方向範囲とする。また、移動ベクトルとカメラ2の視線方向とのなす角度が 45° 以上の場合は、中心位置 $H_t \pm (0.2 \sim 0.3) \text{ m}$ を、人物を検出するための水平方向範囲とする。

【0112】

さらに、対象領域設定部23では、カメラ2から入力されるチルト角、床（設置面）からの高さ等のカメラパラメータに基づいて、対象距離画像 TD_t で対象領域の垂直（上下）方向の範囲を設定する（ステップS 1 2）。

【0113】

例えば、カメラ2のチルト角、床からの高さに基づいて、対象距離画像における画像中の床の位置（対象領域の下端）を求める。そして、カメラ2の画角と移動物体までの距離とに基づいて、床から2 mまでの範囲を、画素数に換算することにより対象領域の対象距離画像における床からの画素数を求める。これによって、対象距離画像における対象領域の上端を求めることができる。この対象領域の上端は、カメラ2のチルト角、床からの高さに基づいて、対象距離画像における画像中の2 mの位置（高さ）を直接求めることとしてもよい。なお、この2 mは、一例であって、他の長さ（高さ）であっても構わない。

【0114】

<輪郭抽出ステップ>

また、移動物体検出装置1は、輪郭抽出部24によって、ステップS 8で生成した対象距離画像 TD_t において、ステップS 1 1及びステップS 1 2で設定した対象領域内で輪郭の抽出を行う（ステップS 1 3）。例えば、対象領域内で動的輪郭モデル（SNAKES）を適用することによって輪郭の抽出を行う。

【0115】

そして、輪郭の抽出に成功したかどうかを判定する（ステップS 1 4）。なお、ここで輪郭抽出の成功及び失敗の判定は、ステップS 1 3において輪郭が抽出できたかどうかの判定だけではなく、例えば、対象距離が予め定めた距離よりも

遠い場合や、対象領域が予め定めた大きさよりも小さい場合等の理由によって、物体の輪郭抽出を行わないとする判定をも含むものとする。

【0116】

このステップS14で輪郭の抽出に成功した場合（Yes）は、ステップS15へ進む。一方、輪郭の抽出に失敗した（あるいは抽出を行わない）場合（No）は、本動作を終了する。

【0117】

<人物抽出ステップ>

移動物体の輪郭抽出に成功した場合、移動物体検出装置1は、輪郭抽出部24の肌色領域判定部24aによって、ステップS5で生成した肌色領域画像S_{A_t}の肌色領域が、輪郭抽出部24内で抽出した移動物体の輪郭に含まれるかどうかを判定することで、その輪郭が人物の輪郭であるかどうかを判定する（ステップS15）。

【0118】

ここで、肌色領域判定部24aが、移動物体の輪郭を人物の輪郭であると判定した場合（Yes）は、輪郭抽出部24が移動物体の検出情報を生成し、外部へ出力し（ステップS16）、ステップS17へ進む。この移動物体の検出情報には、移動物体の重心座標、カメラ2のチルト角や移動物体の移動方向を示す各種角度等の情報が含まれる。一方、肌色領域判定部24aが、移動物体の輪郭を人物の輪郭でないと判定した場合（ステップS15：No）は、ステップS17へ進む。

【0119】

<移動物体動作判定ステップ>

そして、移動物体検出装置1がステップ16で移動物体の検出情報を出力することで、例えば、移動ロボットの制御装置（図示せず）が、その移動物体の動作を判定する（ステップ17）。

【0120】

以上の各ステップによって、本実施の形態の移動物体検出装置1は、カメラ2から入力されたカメラ画像により、そのカメラ画像に存在する移動物体を検出す

ることができる。なお、ここでは、ある時刻 t において移動物体を検出したが、時々刻々と入力されるカメラ画像に基づいて、前記ステップ（ステップ S 1 ～ステップ S 17）を動作させることで、例えば、移動ロボット等の移動体が、人物を検出し続けることができる。

【0121】

なお、ステップ 11 において、対象領域設定部 23 が、移動物体（人物）との距離が 2 m 前後で、移動ベクトルとカメラ 2 の視線方向とのなす角度が 45° 未満の場合は、垂直方向の範囲を 2 m とし、それ以外の場合は、垂直方向の範囲の下側を 30 % 削除することとする。これによって、人物が特定の距離（ここでは 2 m）に存在し、接近してくる場合に、最も精度よく人物を検出し、それ以外の場合は、人物検出の計算負荷を軽減させることができる。

【0122】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明に係る移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムでは、以下に示す優れた効果を奏する。

【0123】

本発明によれば、移動物体が接近してくるかどうかを判定することができるので、接近してくる移動物体の検出のみを行うことで、輪郭抽出にかかる計算量を抑え、移動物体の検出にかかる処理速度を早めることができる。

【0124】

また、移動物体を検出する対象距離及び対象領域を自動的に設定することができる、その対象距離及び対象領域を限定させることができる。これによって、移動物体の検出にかかる処理速度を早めるとともに、検出精度を高めることができる。

【0125】

さらに、本発明によれば、カメラのチルト角や、床からの高さに基づいて、対象距離画像における移動物体の垂直方向の範囲を絞り込むことができるため、輪郭抽出にかかる計算量を抑え、移動物体の検出にかかる処理速度を早めることができる。

【0126】

また、本発明によれば、予めカメラ画像からエッジを抽出したエッジ画像を生成しておくため、個々の移動物体の領域（対象領域）に対する輪郭抽出時にエッジを検出する必要がない。このため、移動物体がカメラ画像上に複数繋がって存在する場合であっても、重複した領域でエッジの抽出を行わないため、高速に移動物体を検出することが可能になる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の移動物体検出装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】

本発明の移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（1／3）である。

【図3】

本発明の移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（2／3）である。

【図4】

本発明の移動物体検出装置の動作を示すフローチャート（3／3）である。

【図5】

距離画像、エッジ画像、肌色領域画像及び差分画像の内容の一例を示す図である。

【図6】

距離画像及び差分画像の内容の一例を示す図である。

【図7】

視差（距離）毎の動き量（画素値）に基づいて、対象距離画像を生成するための手順を説明するための説明図である。

【図8】

対象距離画像から垂直方向の画素数の累計が最大となる位置をヒストグラムによって示した図である。

【図9】

ヒストグラムのピーク位置の変化によって、対象領域を設定する手順を説明するための説明図である。

【図 1 0】

カメラパラメータに基づいて、移動物体が対象距離画像上のどの高さに位置するかを算出する手順を説明するための説明図である。

【図 1 1】

対象距離画像の対象領域で輪郭を抽出した例を示す図である。

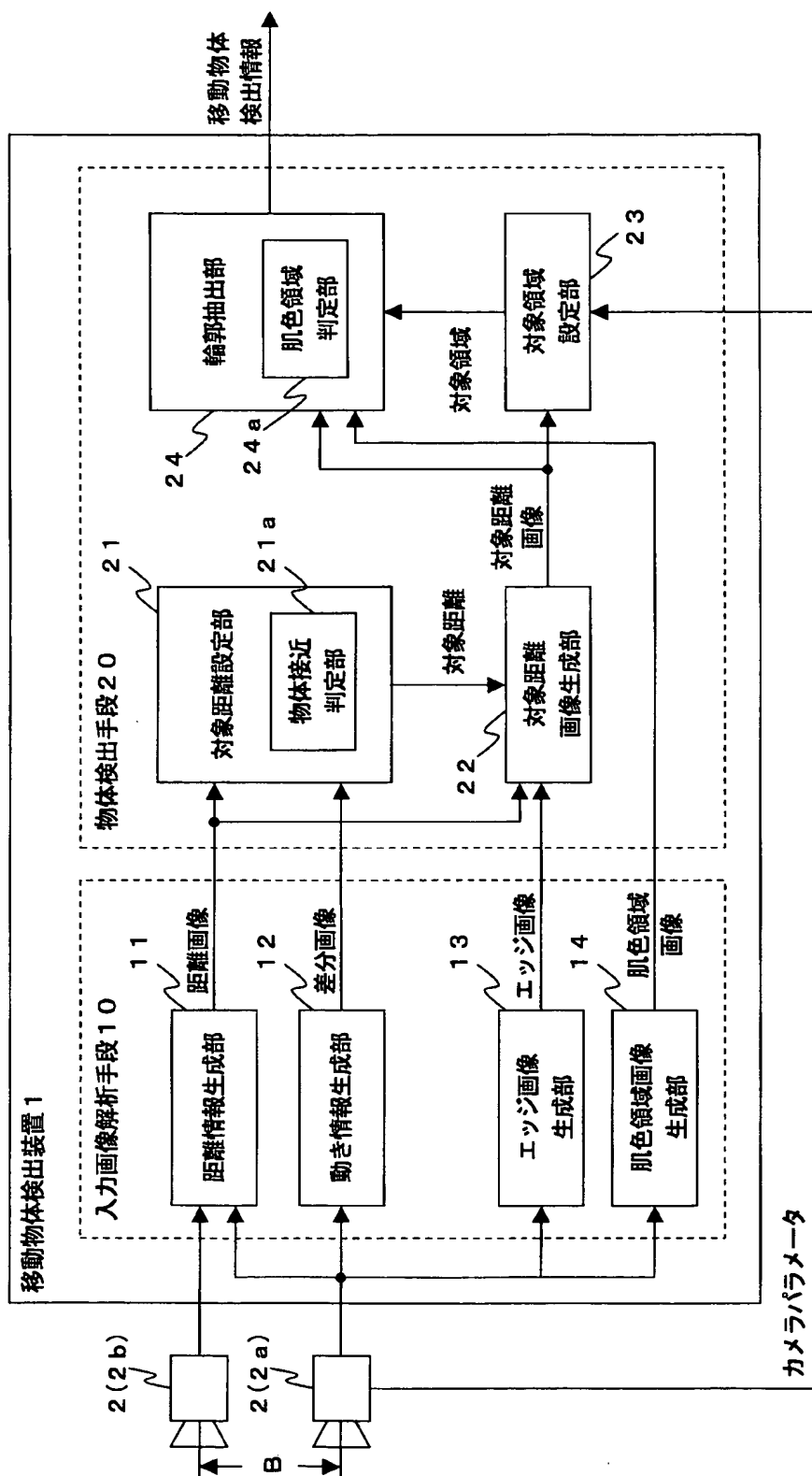
【符号の説明】

- 1 移動物体検出装置
- 2 カメラ（撮像手段）
- 1 0 入力画像解析手段
- 1 1 距離情報生成部（距離情報生成手段）
- 1 2 動き情報生成部（動き情報生成手段）
- 1 3 エッジ画像生成部（エッジ画像生成手段）
- 1 4 肌色領域画像生成部
- 2 0 物体検出手段
- 2 1 対象距離設定部（対象距離設定手段）
- 2 1 a 物体接近判定部（物体接近判定手段）
- 2 2 対象距離画像生成部（対象距離画像生成手段）
- 2 3 対象領域設定部（対象領域設定手段）
- 2 4 輪郭抽出部（輪郭抽出手段）
- 2 4 a 肌色領域判定部

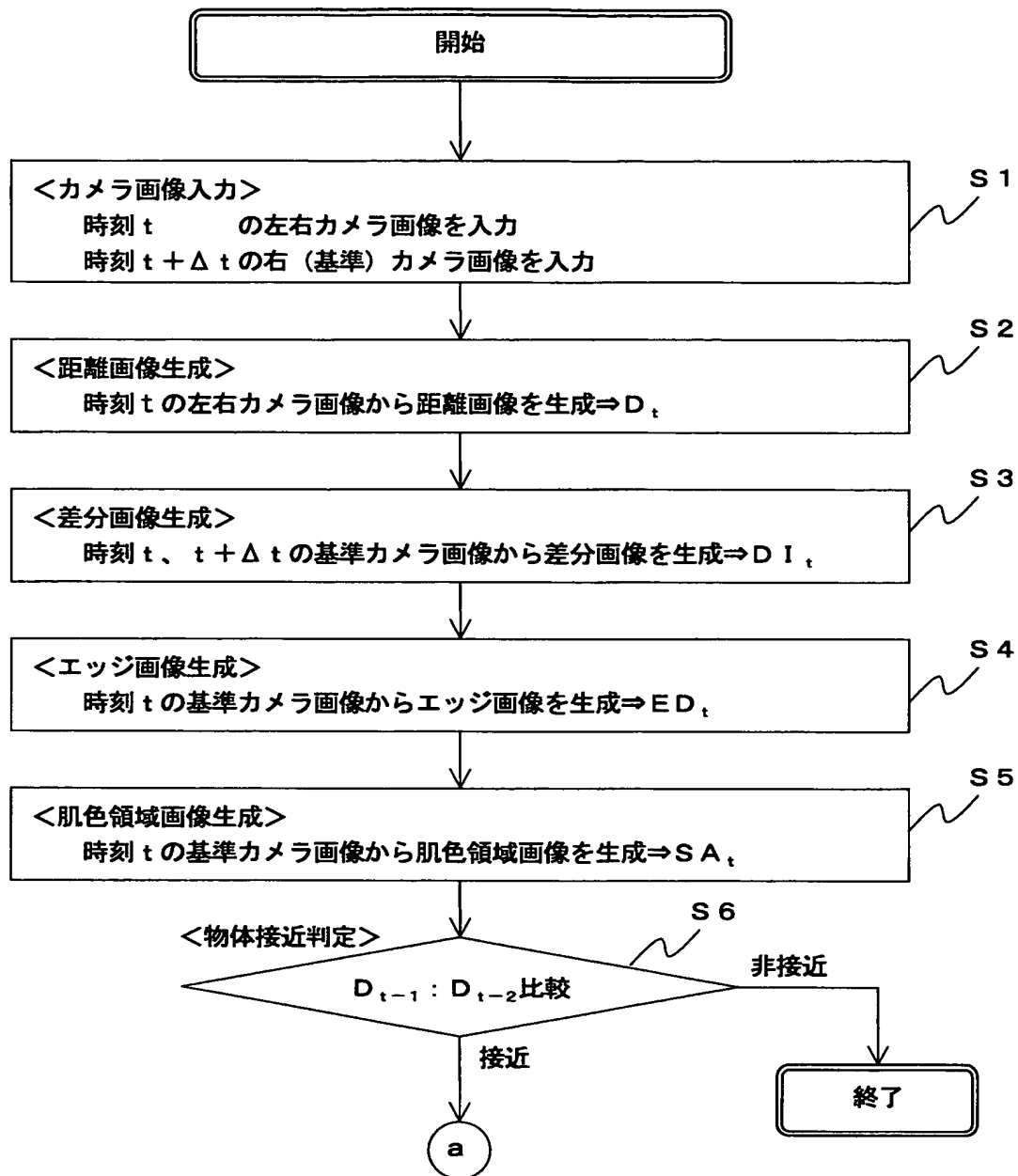
【書類名】

図面

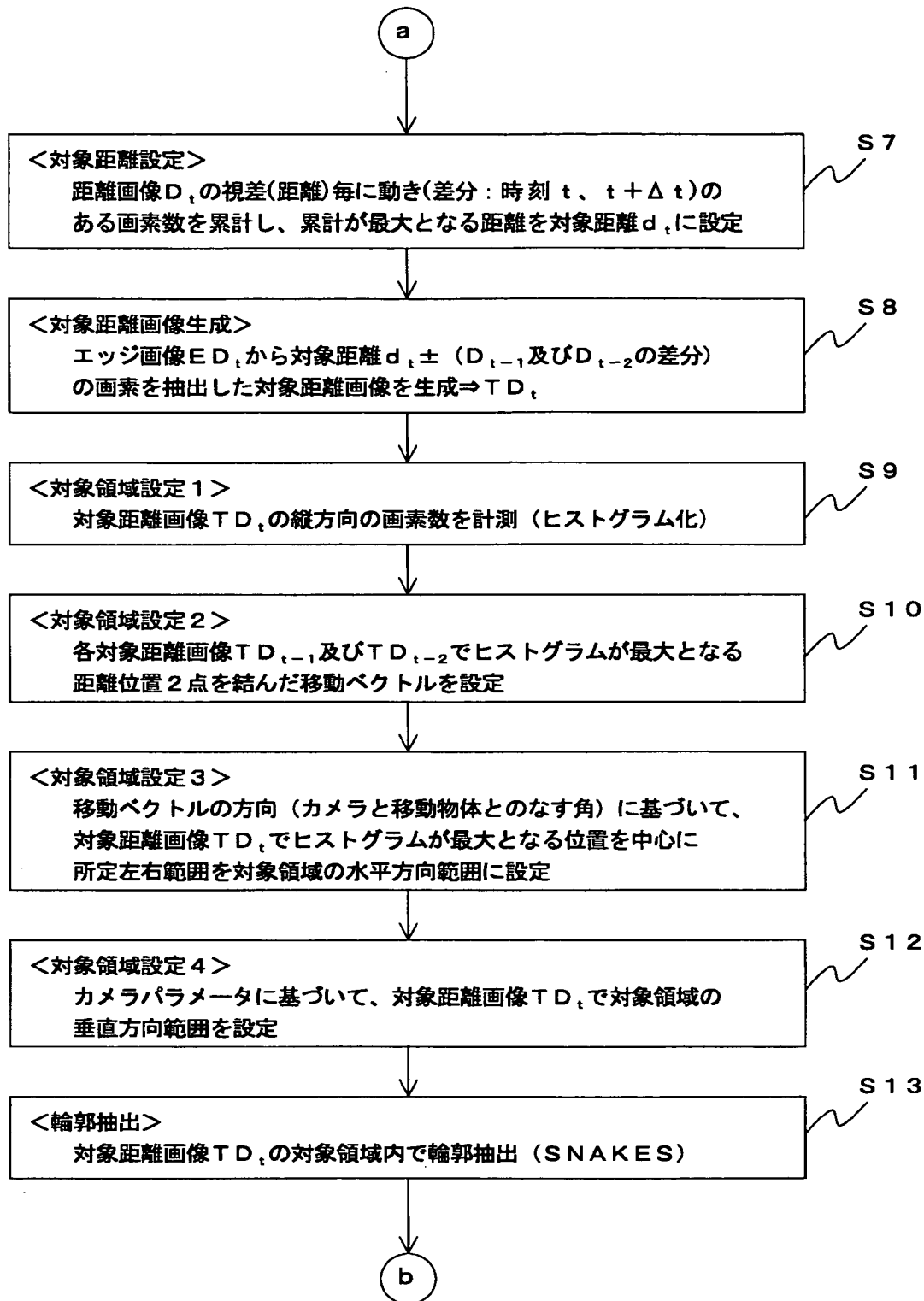
【図 1】



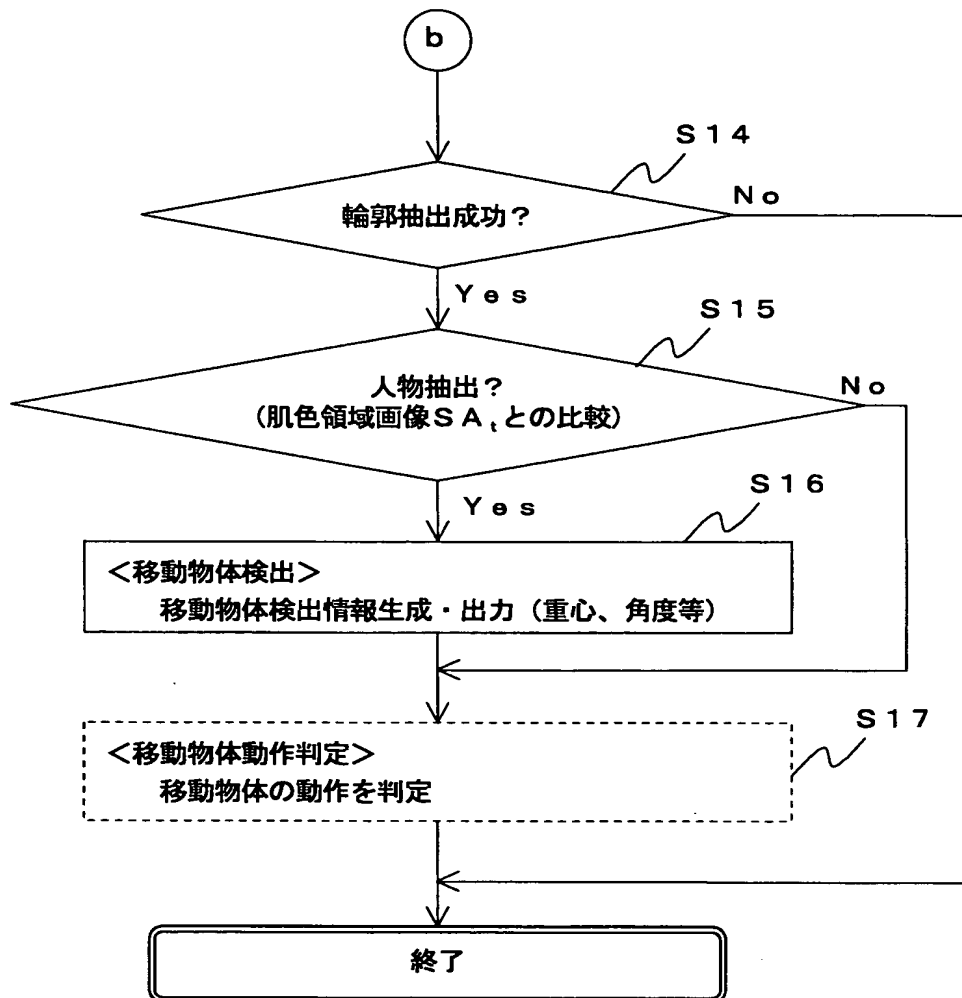
【図 2】



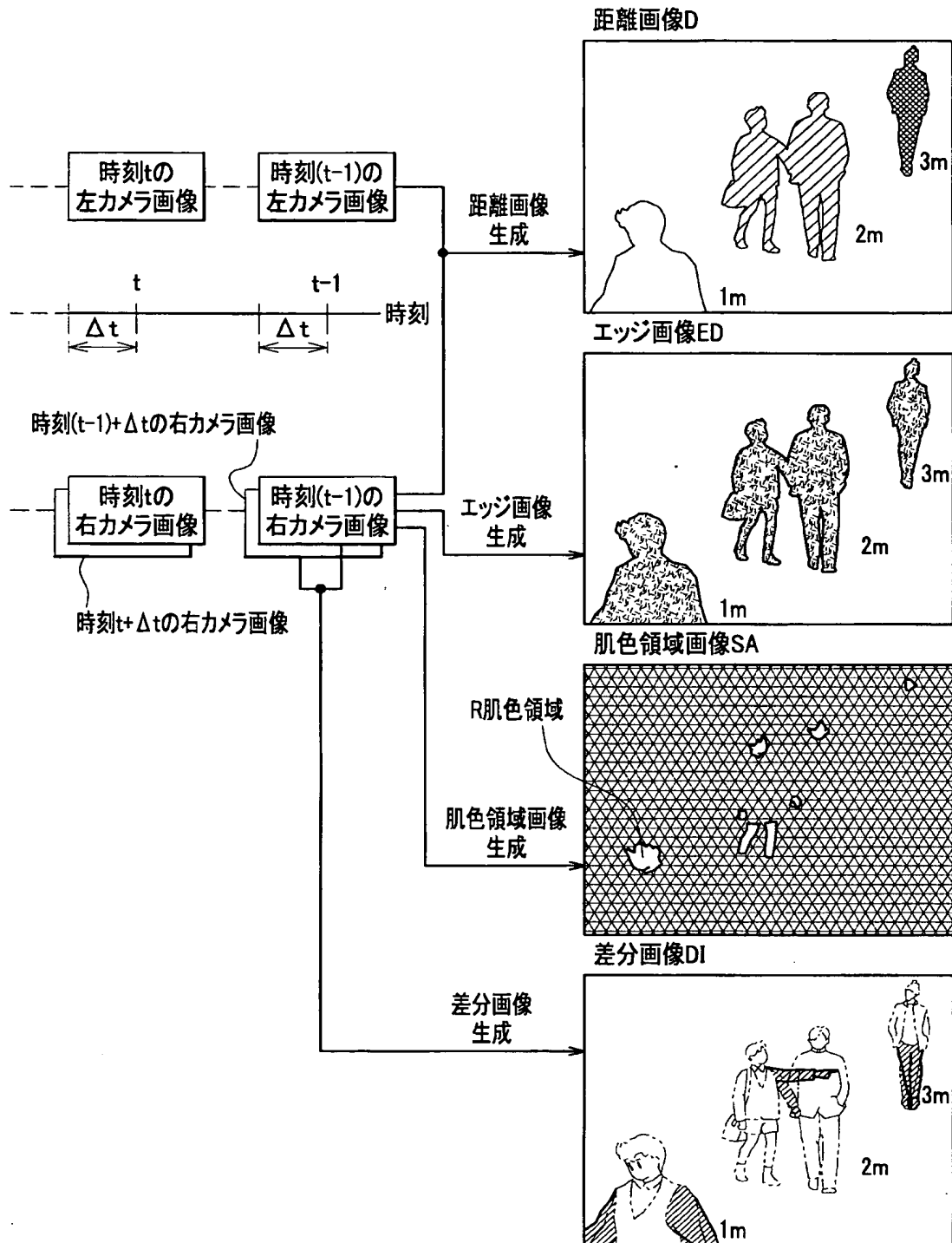
【図 3】



【図 4】

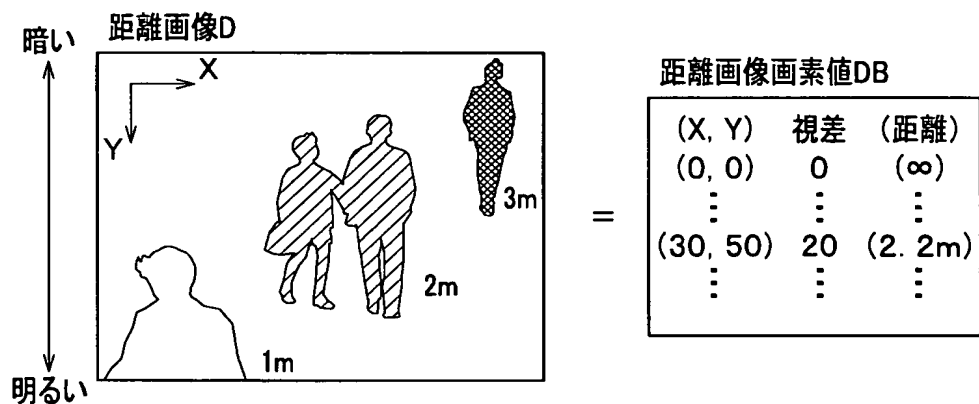


【図 5】

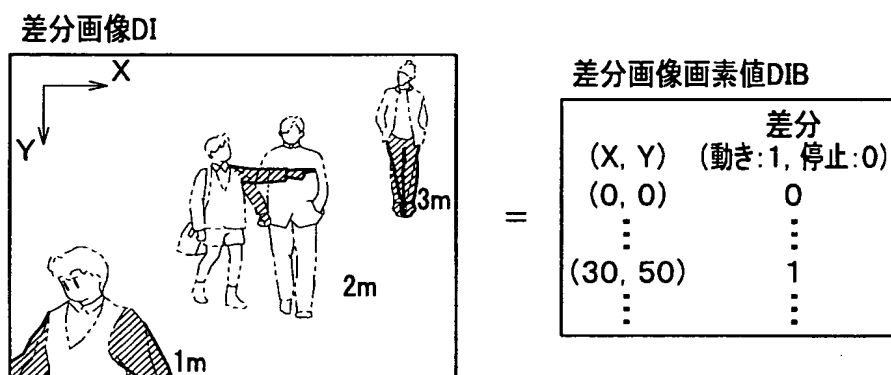


【図 6】

(a)

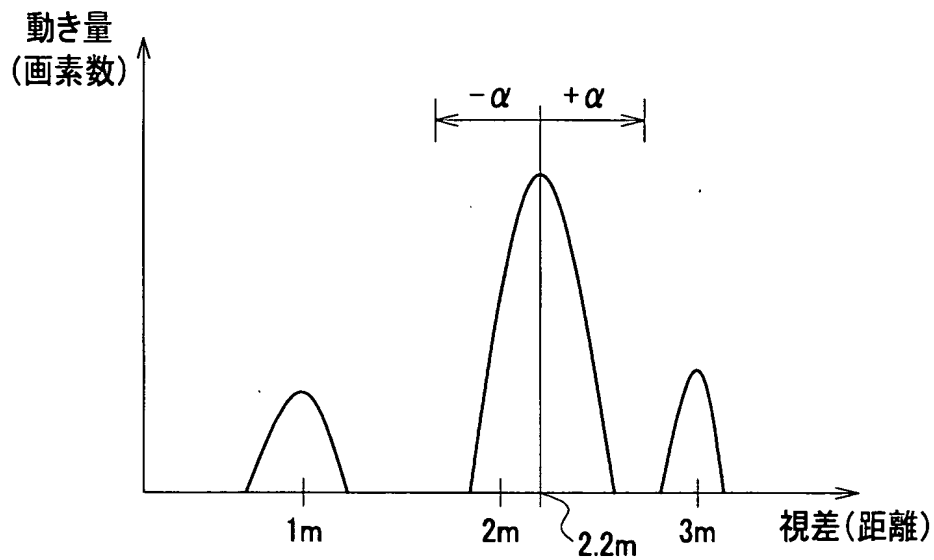


(b)



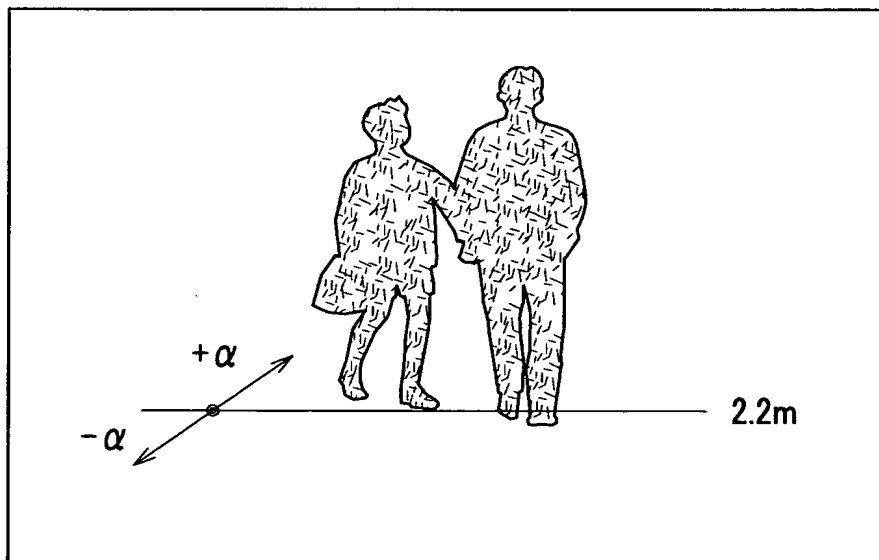
【図 7】

(a) 視差と動き量との関係

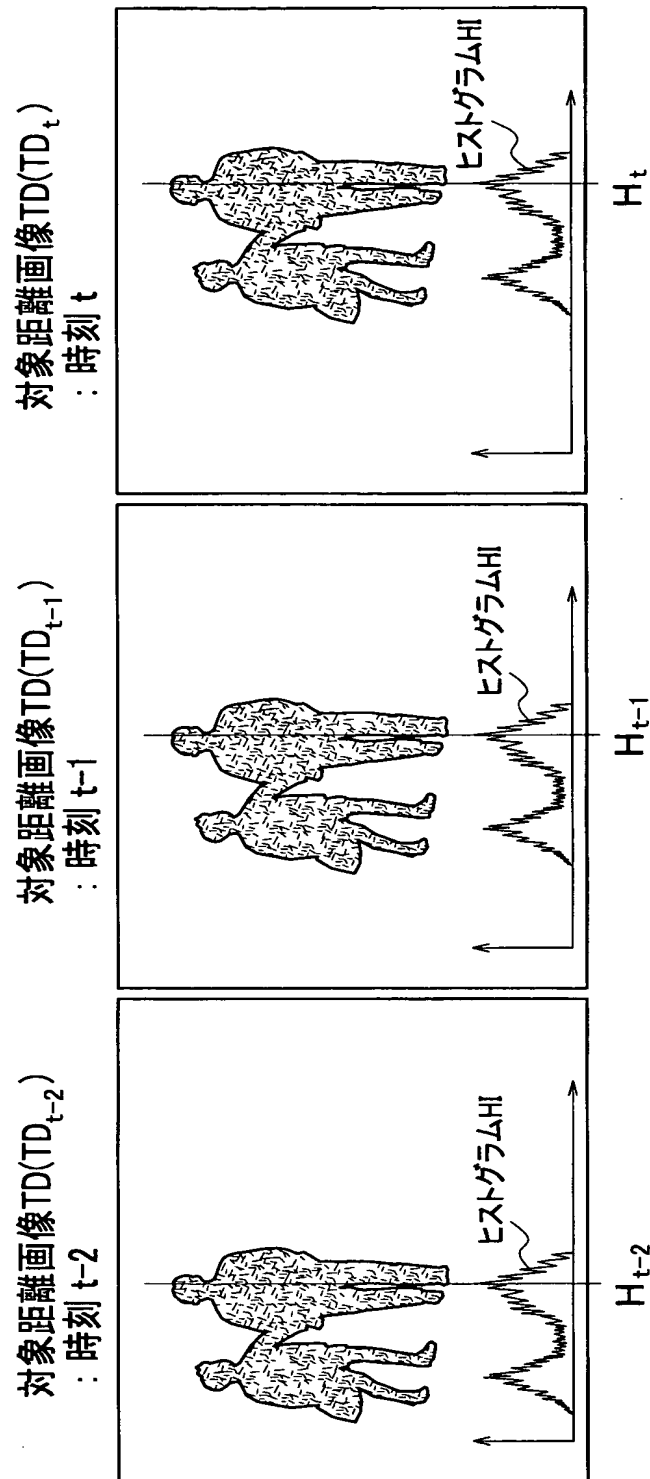


(b) 対象距離決定

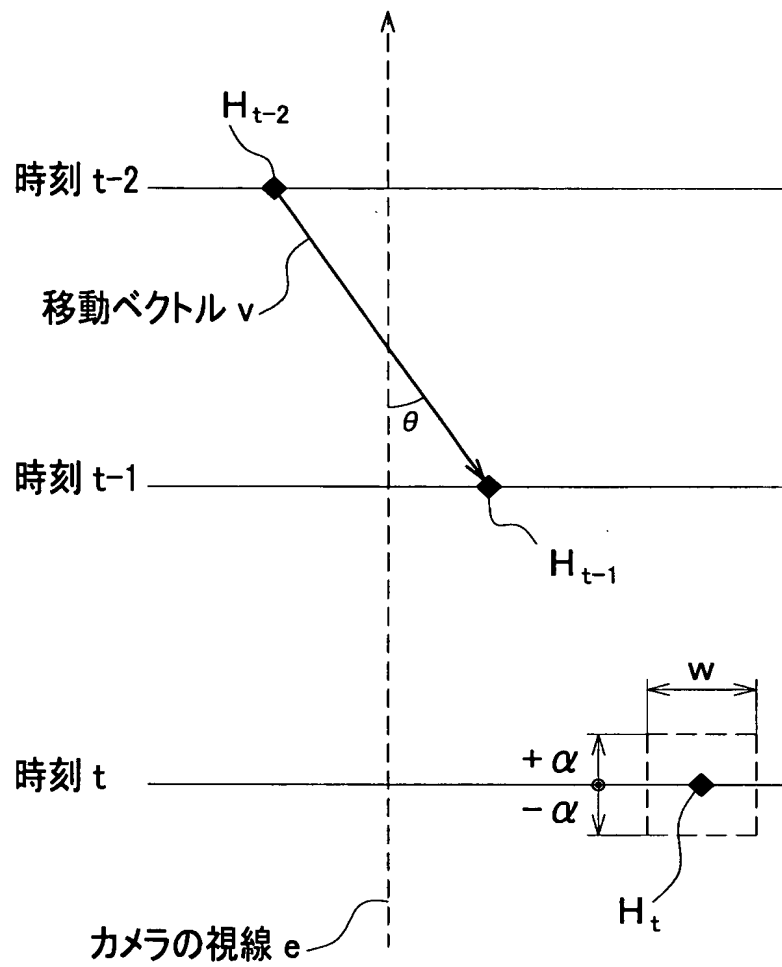
対象距離画像TD



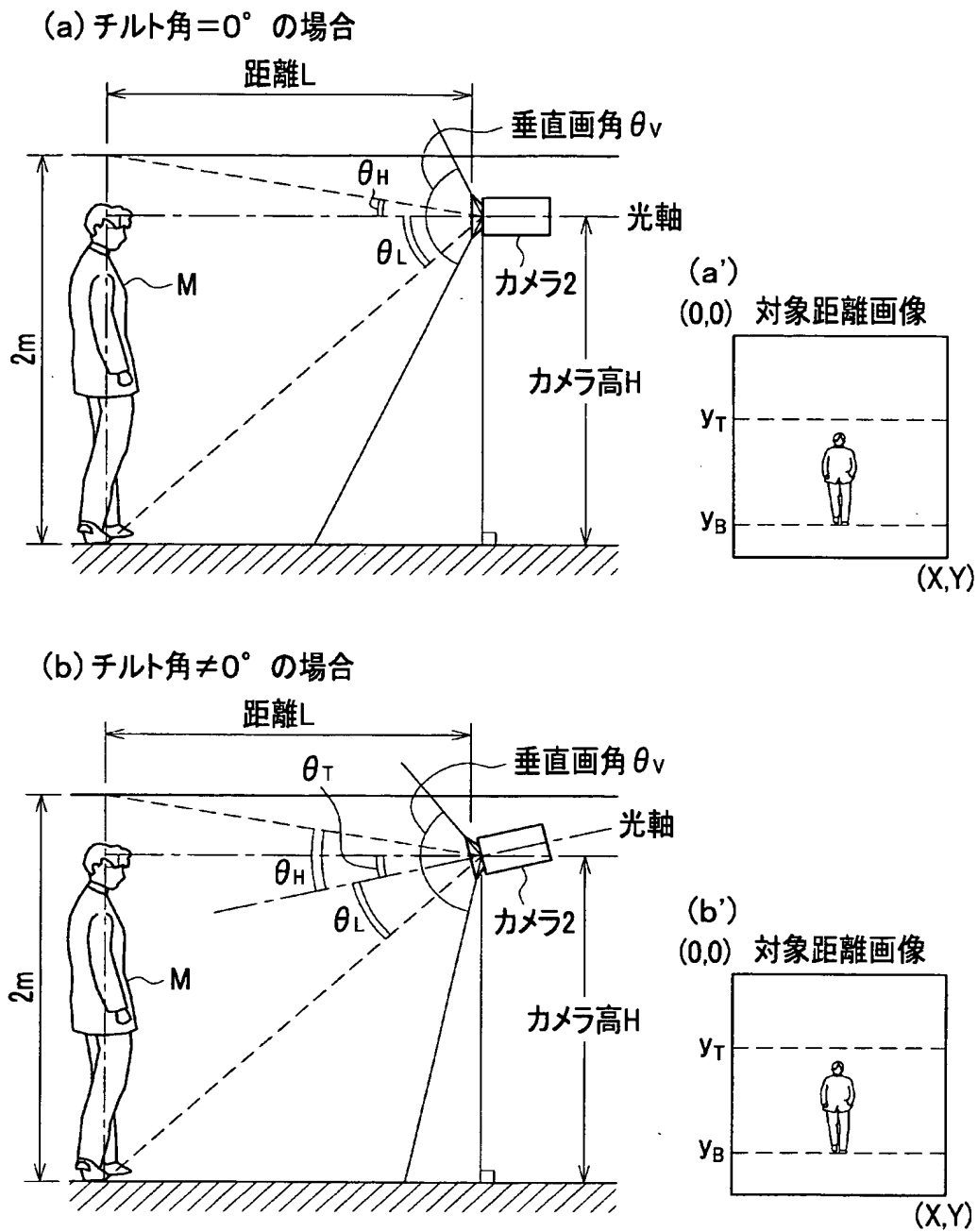
【図 8】



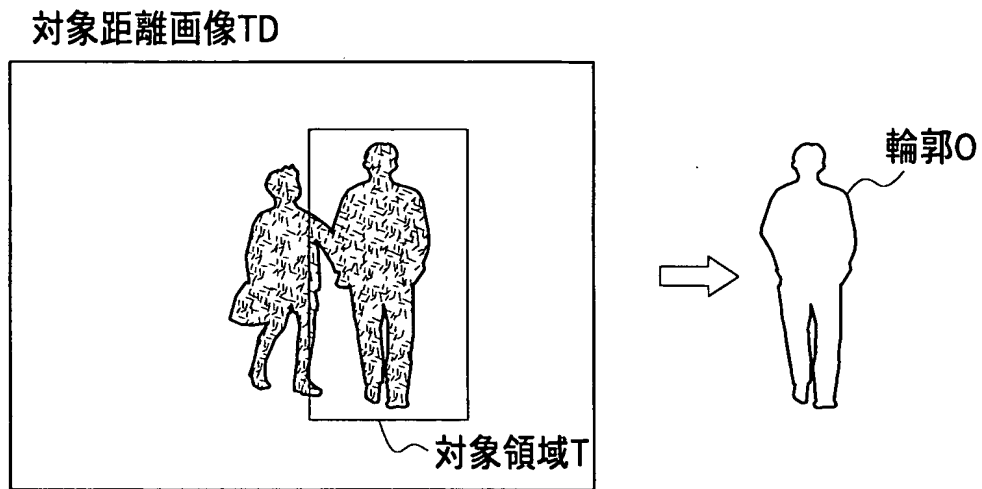
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 移動カメラで撮像した画像において、撮像した画像上に複数の物体が隣接した場合でも、高速に物体を検出することを可能にした移動物体検出装置、移動物体検出方法及び移動物体検出プログラムを提供する。

【解決手段】 移動物体検出装置 1 は、撮像対象までの距離情報を埋め込んだ時刻の異なる距離画像から、物体接近判定部 2 1 a が、移動物体が接近してくるかどうかを判定し、移動物体が接近してくる場合に、距離画像と、移動物体の動きを動き情報として埋め込んだ差分画像とから、対象距離設定部 2 1 が、最も多く動いた移動物体までの距離を求め、対象距離画像生成部 2 2 が、その距離に対応する対象距離画像を生成し、輪郭抽出部 2 4 が、対象距離画像の中で輪郭を抽出することにより、移動物体を検出することを特徴とする。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 9 3 9 2 7

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社